

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
 (c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

015437695 **Image available**

WPI Acc No: 2003-499837/200347

XRPX Acc No: N03-397667

Fuel cell system controls supply of heating gas to ejectors according to fuel gas flow rate request of fuel-cell, so as to maintain predetermined high ejector circulation ratio

Patent Assignee: NISSAN MOTOR CO LTD (NSMO)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2003168456	A	20030613	JP 2001369908	A	20011204	200347 B
JP 3622720	B2	20050223	JP 2001369908	A	20011204	200514

Priority Applications (No Type Date): JP 2001369908 A 20011204

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2003168456	A		10	H01M-008/04	
JP 3622720	B2		13	H01M-008/04	Previous Publ. patent JP 2003168456

Abstract (Basic): JP 2003168456 A

NOVELTY - A controller controls the supply of heating gas to the ejectors (104,105) according to the fuel gas flow rate request of a fuel-cell, so that the ejector circulation ratio is maintained at a predetermined high ejector circulation ratio.

USE - Fuel cell system having fuel circulation system for recycling the off gas of the fuel cell.

ADVANTAGE - Enables performing efficient electric power generation by maintaining predetermined high ejector circulation ratio.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of fuel circulation system. (Drawing includes non-English language text).
 ejectors (104,105)
 pp; 10 DwgNo 1/9

Title Terms: FUEL; CELL; SYSTEM; CONTROL; SUPPLY; HEAT; GAS; EJECT; ACCORD;
 FUEL; GAS; FLOW; RATE; REQUEST; FUEL; CELL; SO; MAINTAIN; PREDETERMINED;
 HIGH; EJECT; CIRCULATE; RATIO

Derwent Class: X16

International Patent Class (Main): H01M-008/04

File Segment: EPI

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-168456

(P2003-168456A)

(43) 公開日 平成15年6月13日 (2003.6.13)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

データベース* (参考)

J 5 H 0 2 7

N

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-369908 (P2001-369908)

(22) 出願日 平成13年12月4日 (2001.12.4)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 西尾 元治

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外1名)

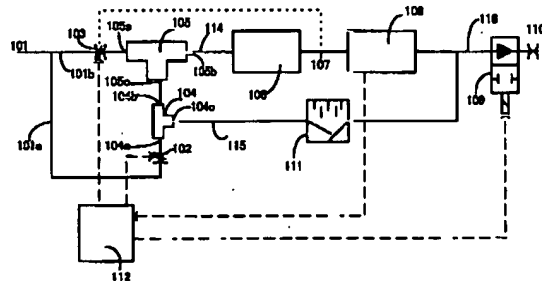
Fターム (参考) 5H027 AA02 KK25 MM08 MM09

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 広範囲の燃料ガスの供給流量で高循環率を維持できる燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料ガスを駆動流として燃料電池108からのオフガスを循環させ、燃料ガスが低流量のときに高循環率を示す小エゼクタ104と、燃料ガスを駆動流として小エゼクタ104から排出されたガスを循環させ、燃料ガスが低流量以外のときに高循環率を示す大エゼクタ105と、を備え、エゼクタ循環率が所定の高循環率となるように燃料電池の要求燃料ガス流量に応じて小エゼクタ104と大エゼクタ105への燃料ガスの導入を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料電池へと燃料ガスを送り込む通路に介装され、駆動流となる燃料ガスが高流量のときに高循環率となる大エゼクタと、燃料電池からのオフガスを前記大エゼクタの吸込側へと循環させる通路に介装され、駆動流となる燃料ガスが低流量のときに高循環率となる小エゼクタと、エゼクタ循環率が所定の高循環率となるように燃料電池の要求燃料ガス流量に応じて小エゼクタと大エゼクタへの燃料ガスの導入を制御する手段と、を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】前記大エゼクタの燃料ガス供給部の上流側と前記小エゼクタの燃料ガス供給部の上流側にそれぞれ可変絞り弁を備え、前記要求燃料ガス流量に応じて前記大エゼクタと前記小エゼクタに供給する燃料ガスの流量を制御する請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】前記大エゼクタの燃料ガス供給部の上流側と前記小エゼクタの燃料ガス供給部の上流側に切替弁を設け、前記要求燃料ガス流量に応じて前記大エゼクタと前記小エゼクタに供給する燃料ガスを切り替える請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項4】前記要求燃料ガス流量が、前記大エゼクタと前記小エゼクタの循環率が共に所定の高循環率を維持できる領域では、前記大エゼクタに燃料ガスを供給するように制御する請求項2または3に記載の燃料電池システム。

【請求項5】燃料電池からのオフガスを外部に排出するバージ弁と、燃料電池のバージ制御を行う必要があるかどうか判断する手段と、を備え、前記制御手段は、バージ制御を行う必要があると判断されたとき、前記バージ弁を開くと共に、そのときの要求燃料ガス流量に応じて開いている可変絞り弁に加えてもう一方の可変絞り弁も開き、燃料電池へ流入する燃料ガスとオフガスの混合ガス流量を増大させる請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項6】燃料電池からのオフガスを外部に排出するバージ弁と、燃料電池のバージ制御を行う必要があるかどうかを判断する手段と、を備え、前記制御手段は、バージ制御を行う必要があると判断されたとき、前記バージ弁を閉じたまま、燃料電池へ流入する燃料ガスとオフガスの混合ガスの循環率が大きくなる方のエゼクタに燃料ガスを供給するように制御する請求項2または3に記載の燃料電池システム。

【請求項7】燃料電池からのオフガスを外部に排出するバージ弁と、起動直後の燃料電池のバージ制御を行う必要があるかどうか判断する手段と、を備え、前記制御手段は、バージ制御を行う必要があると判断さ

れたとき、前記バージ弁を開くと共に、燃料電池へ流入する燃料ガスとオフガスの混合ガスの循環率が大きくなる方のエゼクタに燃料ガスを供給するように制御する請求項2または3に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料電池システム、特に燃料極のオフガスの再利用を行うための燃料循環システムに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池の燃料極から排出された余剰燃料を再利用する従来のシステムとして、特開平9-22714号公報のようなものが知られている。これは、燃料電池システムに新たに供給された燃料ガスと余剰燃料（オフガス）が混合するエゼクタを設け、また、このエゼクタと燃料極の排出部との間に、燃料極からのオフガスを選択的に外部へ排出することができるバージラインを設置している。

【0003】エゼクタにより余剰のオフガスを循環供給して燃料の無駄を省き、また燃料電池の水詰まり時等のバージ時には、バージラインとシステム外部を流通させて大気中にガスを捨てることにより水詰まりを解消している。

【0004】

【発明が解決しようとしている問題点】しかしながら、この燃料循環システムでは、全運転領域においてエゼクタによる高循環率を確保することが難しかった。これは、低出力時に十分な循環率を得ようとしてエゼクタのノズルを小径化すると、この小型のノズルでは高出力時に抵抗が大きくなって大流量を流しにくくなり、一方、高出力時に十分な循環率を得ようとして、エゼクタのノズルを大径化すると、この大型のノズルでは低出力時には循環率が低下してしまうためである。

【0005】また、燃料電池スタックのセルの水詰まりが発生してバージが必要になった時、常に余剰の燃料ガスを外部に捨てなければならず、燃費を悪化してしまうという問題があった。

【0006】そこで本発明は、低出力時でも高出力時でも高循環率を得ることができる燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0007】

【問題点を解決するための手段】第1の発明は、燃料電池へと燃料ガスを送り込む通路に介装され、駆動流となる燃料ガスが高流量のときに高循環率となる大エゼクタと、燃料電池からのオフガスを前記大エゼクタの吸込側へと循環させる通路に介装され、駆動流となる燃料ガスが低流量のときに高循環率となる小エゼクタと、エゼクタ循環率が所定の高循環率となるように燃料電池の要求燃料ガス流量に応じて小エゼクタと大エゼクタへの燃料ガスの導入を制御する手段と、を備える。

【0008】第2の発明は、第1の発明において、前記大エゼクタの燃料ガス供給部の上流側と前記小エゼクタの燃料ガス供給部の上流側にそれぞれ可変絞り弁を備え、前記要求燃料ガス流量に応じて前記大エゼクタと前記小エゼクタに供給する燃料ガスの流量を制御する。

【0009】第3の発明は、第1の発明において、前記大エゼクタの燃料ガス供給部の上流側と前記小エゼクタの燃料ガス供給部の上流側に切替弁を設け、前記要求燃料ガス流量に応じて前記大エゼクタと前記小エゼクタに供給する燃料ガスを切り替える。

【0010】第4の発明は、第2または第3の発明において、前記要求燃料ガス流量が、前記大エゼクタと前記小エゼクタの循環率が共に所定の高循環率を維持できる領域では、前記大エゼクタに燃料ガスを供給するように制御する。

【0011】第5の発明は、第2の発明において、燃料電池からのオフガスを外部に排出するバージ弁と、燃料電池のバージ制御を行う必要があるかどうか判断する手段と、を備え、前記制御手段は、バージ制御を行う必要があると判断されたとき、前記バージ弁を開くと共に、そのときの要求燃料ガス流量に応じて開いている可変絞り弁に加えてもう一方の可変絞り弁も開き、燃料電池へ流入する燃料ガスとオフガスの混合ガス流量を増大させる。

【0012】第6の発明は、第2または第3の発明において、燃料電池からのオフガスを外部に排出するバージ弁と、燃料電池のバージ制御を行う必要があるかどうかを判断する手段と、を備え、前記制御手段は、バージ制御を行う必要があると判断されたとき、前記バージ弁を閉じたまま、燃料電池へ流入する燃料ガスとオフガスの混合ガスの循環率が大きくなる方のエゼクタに燃料ガスを供給するように制御する。

【0013】第7の発明は第2または第3の発明において、燃料電池からのオフガスを外部に排出するバージ弁と、起動直後の燃料電池のバージ制御を行う必要があるかどうか判断する手段と、を備え、前記制御手段は、バージ制御を行う必要があると判断されたとき、前記バージ弁を開くと共に、燃料電池へ流入する燃料ガスとオフガスの混合ガスの循環率が大きくなる方のエゼクタに燃料ガスを供給するように制御する。

【0014】

【作用及び効果】第1の発明によれば、要求燃料ガス流量によってそのときエゼクタ循環率の高い方のエゼクタが選択されるので、広範囲の流量に対して常に良好な循環率を維持することができる。なお、選択されなかった方のエゼクタには、オフガスもしくは燃料ガスとオフガスの混合ガスが流れるが、これらのガスはエゼクタ駆動流の流れる部分を通過しないので、流路抵抗が増加することがなく、燃料ガス供給系のエネルギー損失を少なくできる。

【0015】第2の発明によれば、常に要求される高循環率となるように大エゼクタと小エゼクタのそれぞれに供給する燃料ガスの流量を調整することで、より広範囲の流量に対して高循環率を維持することができる。

【0016】第3の発明によれば、大エゼクタを介して燃料ガスを供給する場合と、小エゼクタを介して燃料ガスを供給する場合とを切り替えることで、小エゼクタと大エゼクタを使い分け、広範囲の流量について高循環率を維持することができる。

【0017】第4の発明によれば、どちらのエゼクタであっても高循環率が可能な領域では、燃料ガスを大エゼクタに供給することで、高循環率を維持しつつ燃料ガス供給系の圧力損失を低減できる。

【0018】第5の発明によれば、バージ制御を行う必要があると判断されたとき、両方の可変絞り弁を開くことにより、外部へオフガスを排出するにもかかわらず、一時的に燃料電池に供給される流量を増加することで、バージ時間を短縮することができる。

【0019】第6の発明によれば、バージ制御を行う必要があると判断されたとき、燃料電池に流入する混合ガスの循環率が大きくなるような方のエゼクタへ燃料ガスを供給することで、外部にオフガスを排出することなく、短時間で効率よくバージすることができる。

【0020】第7の発明によれば、燃料電池の起動直後のバージ制御を、混合ガスの循環率が大きくなるようにエゼクタに燃料ガスを供給することで、短時間でバージを完了することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】第1の実施形態の燃料電池システムに備えた燃料循環システムの構成を図1に示す。

【0022】燃料改質システムで生成された水素リッチな燃料ガス、または水素ポンプ等からの燃料ガスは供給部101から燃料循環システムに供給される。供給部101から供給された燃料ガスは、分岐した二つの管路101a、101bにより分流し、一方は可変絞り弁102に、他方は可変絞り弁103にそれぞれ供給される。そして、可変絞り弁102の下流には小エゼクタ104が配置され、可変絞り弁103の下流には大エゼクタ105が配置される。

【0023】可変絞り弁102からの燃料ガスを駆動流として作動する小エゼクタ104の吸込側である還流ガス入口104cには、燃料電池108の燃料極の排出側から分岐する循環路115が接続し、燃料電池108から排出される余剰のオフガスである還流ガスを吸引し、燃料ガスと混合する。

【0024】燃料電池108の燃料供給通路114に介装される大エゼクタ105は可変絞り弁103からの燃料ガスを駆動流として作動し、その吸込側である還流ガス入口105cには小エゼクタ104から排出される燃料ガスと還流ガスの混合ガスが導入される。

【0025】そして、小エゼクタ104は供給される燃料ガスが低流量のときに高循環率を発揮し、これに対して大エゼクタ105は小エゼクタ104よりも高流量のときに高循環率を発揮するように、燃料ガス供給口104a、105aと混合ガス排出口104b、105bとの間にあるノズル径がそれぞれ設定される。具体的には、大エゼクタ105のノズル径は、小エゼクタ104のノズル径よりも大きく設定される。

【0026】前記可変絞り弁102、103を開閉することにより、小または大エゼクタ104または105の機能が制御される。すなわち、可変絞り弁102が開いている場合には、燃料ガスを駆動流として小エゼクタ104が循環路115の還流ガスを吸引して循環に必要なエネルギーを付与し、可変絞り弁102が開いていなければ循環ガスは小エゼクタ104によって吸引されずに小エゼクタ104の還流ガス入口104cから混合ガス排出口104bへ通過し、また可変絞り弁103が開いていれば大エゼクタ105により小エゼクタ104からの混合ガスが吸引され、循環に必要なエネルギーが付与され、可変絞り弁103が開いていない場合には、循環ガスは大エゼクタ105によって吸引されずに大エゼクタ105の還流ガス入口105cから混合ガス排出口105bへ通過する。

【0027】なお、可変絞り弁102と103の開閉については運転条件に応じてエゼクタ循環率が所定の高循環率となるように、後述するコントロールユニット112により制御される。

【0028】前記燃料供給通路114には大エゼクタ105からの燃料ガスと還流ガスとの混合燃料ガスが導かれ、この混合ガスは加湿器106において電気化学反応に必要な水分を十分に含ませてから燃料電池108の燃料極に供給される。燃料電池108は燃料ガス中の水素と図示されていない空気極に供給された空気中の酸素を用いた電気化学反応により発電を行う。

【0029】燃料電池108の燃料極の下流側には、前記循環路115が分岐するパージライン116が接続され、パージライン116にはパージ弁109を介装し、燃料電池108に水が溜まったりしたときに、これを開くことでシステム外部へオフガスを排出可能とする。

【0030】一方、循環路115には還流ガス中の水分を除去する凝縮器111を設置し、これにより除去された水分は、図示しない水タンクに貯蓄されて再び燃料電池システムで利用される。

【0031】次に、燃料循環システムに用いる小エゼクタ104と大エゼクタ105への燃料ガスの供給量と吸引される還流ガスの流量の比で表される循環率と、燃料ガス供給量との関係を図2に示す。

【0032】小エゼクタ104には、燃料ガス供給量が少ない領域で高循環率を示すもの、一方、大エゼクタ105には、燃料ガス供給量が中流量から高流量までの領

域、すなわち、小エゼクタ104よりも高流量領域で高循環率を示すものであり、ここでは、大エゼクタ105が所定の高循環率に入る燃料ガス流量 Q_a が低流量領域と中流量領域との境界、大エゼクタ105の循環率が小エゼクタ104の循環率より高くなる燃料ガス流量 Q_b を中流量領域と高流量領域との境界とする。

【0033】コントロールユニット112で行われる燃料電池システムにおける通常運転時の可変絞り制御は、まず燃料ガスの供給量が少ないとき、つまり図2における燃料ガス流量が Q_a 以下の低流量領域のときには、高循環率を維持するために可変絞り弁102を開いて小エゼクタ104に燃料ガスを供給する。

【0034】これに対して、燃料ガス流量が $Q_a \sim Q_b$ で表される中流量のときと、 Q_b 以上の高流量領域のときには大エゼクタ105を用いるように、可変絞り弁102を閉じて可変絞り弁103を開く。中流量領域や高流量領域の一部では小エゼクタ104でも高循環率を維持できるが、大エゼクタ105に燃料を供給した方が、例えばエゼクタ内の燃料ガスの供給路であるノズルによる圧力損失が小さいために、燃料ガスを燃料電池108に供給するためのエネルギーを小さくすることができる。そのため、大エゼクタ105で必要循環率が確保できる状態では、燃料ガスの供給先を直ちに大エゼクタ105に切り替えることでエネルギー消費を低減する。

【0035】また、低流量領域においては、加湿器106と燃料電池108の間に圧力センサ107を設置し、測定した圧力が燃料ガスを燃料電池108に供給するのに必要な圧力となるように可変絞り弁102を調整して小エゼクタ104から燃料ガスを供給することもできる。可変絞り弁102の開度は、指令圧力と圧力センサ107の測定圧力との差に応じてフィードバック制御をかけてもよい。このとき、循環圧力を得るために必要な小エゼクタ104に供給する流量以上に燃料ガスの供給量がある場合には可変絞り弁103を開いて、例えば全開にして、大エゼクタ105から供給することで、圧力損失を抑制することができ、エネルギー効率を向上することができる。

【0036】このように通常運転時には、小エゼクタ104と大エゼクタ105を組み合わせることにより燃料ガスの供給量が低流量から高流量までの広範囲な領域で高いエゼクタ循環率を実現することが可能となる。

【0037】ところで、大エゼクタ105の作動時には、小エゼクタ104の還流ガス排出口104cと大エゼクタ105の還流ガス入口105cが連通し、小エゼクタ104のノズルを還流ガスが通過するわけではないので、圧力損失は発生せず、循環流量が低下するのを抑制することができる。一方、小エゼクタ104を使用しているときには、大エゼクタ105の還流ガス入口105cおよび、混合ガス排出口105bは小エゼクタ104の燃料ガス流量に対しては十分大きくすることができ

るため、小エゼクタ104からの燃料ガスと還流ガスの混合ガスの通過の妨げにはならないので、十分に大きな循環流量を維持できる。

【0038】一方、このような燃料電池システムにおいて、例えば燃料電池108に充填した触媒に水詰まりが生じたとき等に、コントロールユニット112は、これを解消するために燃料電池108を流通する燃料ガスの循環率を増加させて水分のパージを行う。

【0039】本実施形態では、燃料ガスをシステム外部に排出せずに、燃料電池108に供給される混合燃料ガス循環率を増加させて水分のパージを行う内部パージと、燃料ガスをシステム外部に排出する外部パージの2種類のパージを区別して行うことで、システム外部に排出する燃料ガス量を低減する。

【0040】まず、燃料供給量が中流量領域のとき、つまり図2においてはQaからQbの供給量のときには、内部パージを行う。この流量領域では通常運転では、可変絞リ弁102を閉じ、可変絞リ弁103を開いているので、大エゼクタ105にのみ燃料ガスが供給される。触媒の水詰まりにより燃料電池108の出力が低下してコントロールユニット112から水分のパージ指令がでると、可変絞リ弁102を開いて可変絞リ弁103を絞る、もしくは閉じるにより小エゼクタ104に燃料ガスを供給する。このように、大エゼクタ105の替わりに小エゼクタ104を利用することで、燃料供給系のエネルギー損失は大きくなるものの、循環率が良くなるので、燃料電池108に供給する混合燃料ガス流速を増加でき、燃料電池108の水分をパージして目詰まりを解消できる。このときパージ弁109は閉じたままに保持される。

【0041】このような内部パージにおけるタイミングチャートを図3に示す。パージが必要だと判断されると、小エゼクタ104に燃料ガスを供給することで還流ガス量が増加される。ここで、燃料電池108から取り出す電力が一定のときには、パージ時に小エゼクタ104と大エゼクタ105に供給される燃料ガス供給量の総和を、パージ以前に大エゼクタ105に供給していた燃料ガス供給量に等しくすることで、安定した運転が実現できる。

【0042】次に、低流量領域および高流量領域のとき、つまり燃料ガス供給量が図2におけるQa以下とQb以上のときの外部パージを説明する。

【0043】この外部パージの領域では、上記した内部パージの領域のように、単に大エゼクタ105から小エゼクタ104に切り替えることで燃料電池108への燃料ガスの供給量を増やすことはできない。

【0044】そこで、パージ弁109を開く一方で、そのときの燃料ガス供給量を基準にして、そのときに開いている可変絞リ弁に加えて他の可変絞リ弁も開き、一時的にシステムに供給する燃料ガス流量を増加する。な

お、この増加量は開かれたパージ弁109から外部へ排出されるオフガス量に対応させることで、燃料電池108の出力の低下を防止できる。

【0045】例えば、燃料ガス供給量がQb以上の領域では、このとき必要流量を供給するように予め開いている可変絞リ弁103と共に、もう一方の可変絞リ弁102を所定開度だけ開き、小エゼクタ104、大エゼクタ105の両方を使用することにより、燃料電池へ流入する燃料ガス流量を増加すると共に高循環率を維持する。これにより、燃料電池108に供給する燃料ガス流量が増大するので、燃料電池108に充填した触媒に生じた水詰まりを解消することができる。

【0046】ここでは、低・高流量領域のパージ時に可変絞リ弁102、103の両方の開度を増大して供給する流量を増加させたが、燃料ガスの供給流量と還流ガスの循環流量の総和がもっとも多くなるように可変絞リ弁102、103の開度を制御してもよい。

【0047】このような燃料電池システムのコントロールユニット112で行われる制御を図4のフローチャートに示す。

【0048】まず、ステップS401において、燃料電池108に配置した電圧センサよりセル電圧を測定して、セル電圧低下により燃料電池108の水詰まりを検出する。ステップS402において、セル電圧の低下レベルによりパージする必要があるかどうか判断する。どのくらい低下すればパージするかは、要求される取り出し出力の安定性と容認できるパージの頻度とを考慮して適宜決定すればよい。

【0049】パージすると判断された場合にはステップS403に進む。ステップS403において、燃料ガス供給量が中流量領域か、低・高流量領域かを判断する。中流量領域であるならばステップS404に進み、内部パージを行う。このステップS404では可変絞リ弁102を開いて小エゼクタ104に燃料ガスを供給し、またパージ弁109は閉じたままにしておく。このとき、可変絞リ弁103は全閉とするか、もしくは小エゼクタ104によりパージに必要な循環圧力が得られる程度に開いてもよい。このような内部パージにより、パージによる燃料ガスの消費を抑制できるので、燃料の利用効率を向上させることができる。

【0050】一方ステップS403において、低・高流量領域であると判断されたら、ステップS405に進み、いままで開いているものと共にもう一方の可変絞リ弁102、103を開き一時的に循環率と燃料電池108に供給される燃料供給量を増大させ、これと同時にパージ弁109を開いて外部パージを行う。このとき供給燃料ガス流量を一時的に増加させることにより燃料電池108に供給される混合燃料ガスを増加すると短時間で水分のパージを行うことができる。

【0051】また、ステップS402において、パージ

をする必要がないと判断されたら、ステップS406に進み、通常の変換制御を行う。この変換制御を図5に示すフローチャートを用いて説明する。

【0052】ステップS501において、要求される出力から燃料電池108に供給する燃料ガス流量 Q_s を算出する。次にステップS502に進み、ステップS501で算出した燃料ガス流量 Q_s と大エゼクタが高循環率を発揮する限界燃料ガス流量 Q_a を比較する。その結果、 $Q_s \geq Q_a$ ならばステップS503に進み、変換弁102を閉じて、大エゼクタ105に燃料ガスを供給することで、圧力損失を低減する。一方 $Q_s < Q_a$ のときには、十分な循環率を得るために、ステップS504に進み小エゼクタ104にのみ燃料ガスを供給するため変換弁102を開く。

【0053】このように制御することで、通常の運転時には常に高循環率を維持することができるとともに、圧力損失を抑制することができる。一方パージ時には、内部パージでは、大エゼクタ105と小エゼクタ104のうち、現在のシステム運転状態で最も燃料ガス循環率が大きくなる方に切り替えることにより、燃料電池108に供給される混合燃料ガスの循環率を増加して目詰まりを解消し、排出するオフガスを無くし、燃料電池システムの燃費を向上させ、また、外部パージでは、大エゼクタ105と小エゼクタ104の両方を開くことにより、短時間のうちに効率よくパージを行うことができる。

【0054】次に第2の実施形態における燃料電池システムの、特に燃料循環システムの構成を図6に示す。

【0055】第1の実施形態と同様に供給部201から供給される燃料ガスの圧力を調整するために圧力調整弁202が設けられる。この圧力調整弁202の下流には、小エゼクタ104と大エゼクタ105に選択的に燃料ガスの供給を切り替える切替弁203が設置される。なお、このように切替弁203の上流に圧力調整弁202を設置することで、燃料電池供給系の基準圧を変化させずに制御できるため、より安定した制御が可能となる。

【0056】第2の実施形態に用いるエゼクタの燃料供給量と循環率の関係を図7に示す。大エゼクタ105が所定の高循環率を発揮する限界流量を燃料ガス供給量 Q_c とすると、供給流量 Q_c 以下の領域では切替弁203がONにされて、燃料ガスが小エゼクタ104にのみ供給される。一方、供給流量が Q_c 以上の領域では大エゼクタ105でも高循環率を得ることができるので、切替弁203がOFFにされ、大エゼクタ105にのみ燃料ガスが供給される。このように制御することで、燃料電池108において低出力から高出力までの運転域で、高循環率を維持することができる。

【0057】このようなシステムにおけるコントロールユニット112で行われる制御を図8に示すフローチャートにより説明する。なお、ここでは燃料電池システム

の起動時に、システム内の燃料ガスが供給される領域に存在する燃料ガス以外の不活性ガスをバージするため、システム外部に管路内のガスを排出する外部バージについても併せて説明する。

【0058】ステップS801において、燃料電池システムが起動直後の状態にあるかどうかを判定する。燃料電池システムが起動直後で起動制御が必要な時は、ステップS802に進み、不活性ガスを追い出すための水素置換が必要かどうかを判断する。システム内にまだ空気等の不活性ガスが充満しているような場合、起動直後から所定時間が経過するまでの間は水素置換が要求されるので、ステップS803に進み水素ガスによるバージを行う。ここでは、システム停止中に加熱器106、燃料電池108および配管内に入っていた空気等をシステム外に排出して水素ガスを充填するために、切替弁203をOFFにしてバージ弁109を開いて、大エゼクタ105から水素ガスを供給する。これにより、大流量の水素ガスを供給することができるので置換時間を短縮することができる。

【0059】このような制御を繰り返してステップS802において所定の置換時間が過ぎて、水素置換がなくなったらステップS804に進み切替弁203をONにして、またバージ弁109を閉じる。これにより、起動直後の供給燃料が少ない時には燃料ガスが小エゼクタ104側に流され、かつ外部への燃料の排出も停止される。

【0060】再びステップS801に戻り、燃料電池システムが起動直後の制御を必要しないと判断されたら、ステップS805に進み、通常運転時の流路切替弁制御を行う。

【0061】通常流路切替弁制御を図9のフローチャートを用いて説明する。

【0062】ステップS901において、燃料電池108に要求される出力より燃料電池108に供給する燃料ガスの供給流量 Q_s を算出する。ステップS902に進み、ステップS901で求めた供給量 Q_s が大エゼクタ105の循環可能下限流量 Q_c より大きいかどうかを判断する。供給量 Q_s が循環可能下限流量 Q_c 以上ならば、ステップS903に進み、切替弁203をOFFにして大エゼクタ105に燃料ガスを供給する。供給量 Q_s が循環可能下限流量 Q_c より小さければ、大エゼクタ105により循環させるのは無理なので、ステップS904に進み、切替弁203をONにして小エゼクタ104に燃料ガスを供給する。

【0063】このように制御することで、燃料供給量にかかわらずオフガスを循環させることができ、また、駆動流とするために燃料ガスに与えるエネルギーを低減することができるので、効率のよい発電をすることができる。

【0064】なお、第1の実施形態では水分バージの制

御を、第2の実施形態では燃料電池システム起動時の不活性ガスバージの制御を説明したが、第1の実施形態に不活性ガスバージの制御を、第2の実施形態に第1実施形態のような水分バージの制御を行ってもよい。但し、第2の実施形態ではどちらか一方のエゼクタしか使用できないため、通常運転の低流量領域では小エゼクタ104を、中・高流量領域では大エゼクタ105を使用する。またバージ時には、低・高流量領域では大エゼクタ105により外部バージを、中流量領域では小エゼクタにより内部バージを行う。

【0065】このように、本発明は上記実施の形態に限定されるわけではなく、特許請求の範囲に記載した技術思想の範囲以内で様々な変更が成し得ることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態における燃料循環システムの構成図である。

【図2】第1の実施形態に用いるエゼクタの循環率と供給流量の関係図である。

【図3】第1の実施形態の内部バージ時におけるタイミングチャートである。

【図4】第1の実施形態における制御のフローチャート

である。

【図5】第1の実施形態における通常可変絞り制御のフローチャートである。

【図6】第2の実施形態における燃料循環システムの構成図である。

【図7】第2の実施形態に用いるエゼクタの循環率と提供流量の関係図である。

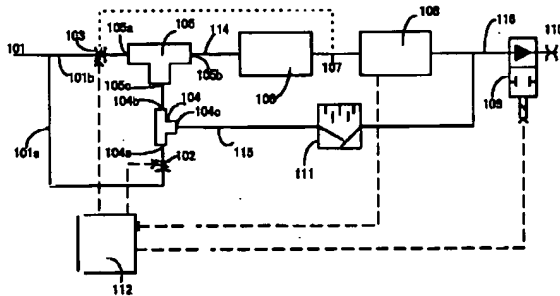
【図8】第2の実施形態における制御のフローチャートである。

【図9】第2の実施形態における通常可変絞り制御のフローチャートである。

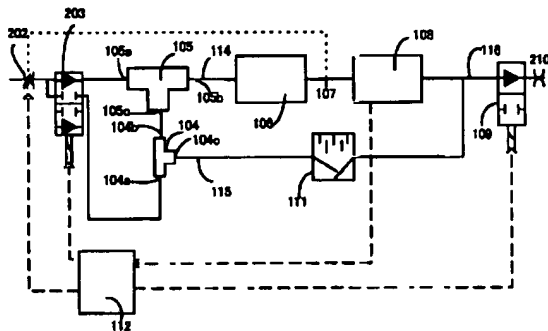
【符号の説明】

- 101 燃料供給部
- 102 可変絞り弁
- 103 可変絞り弁
- 104 小エゼクタ
- 105 大エゼクタ
- 108 燃料電池
- 109 バージ弁
- 114 燃料供給通路
- 115 循環路
- 203 切替弁

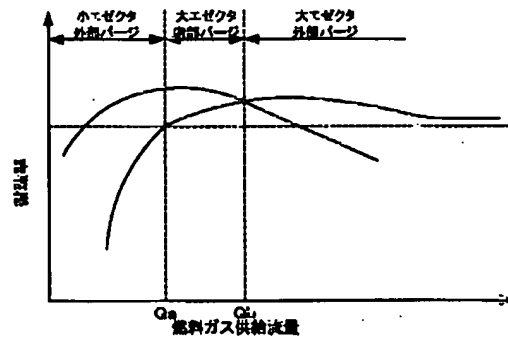
【図1】



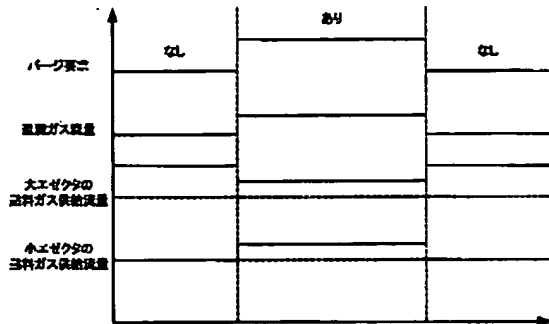
【図6】



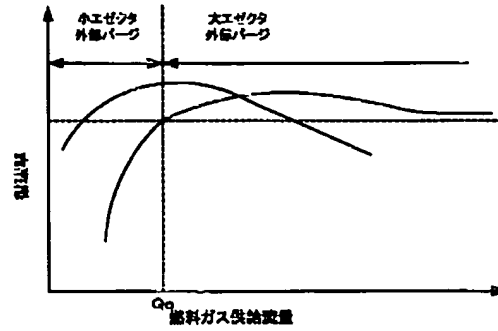
【図2】



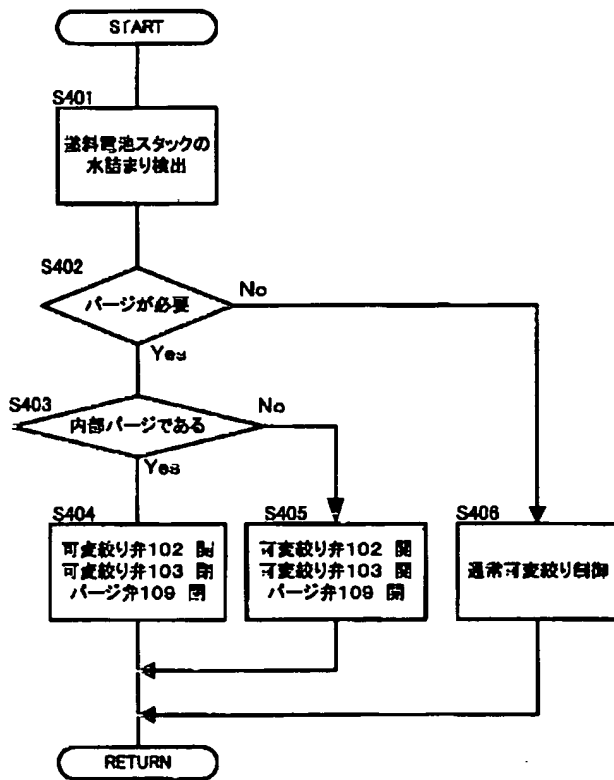
【図3】



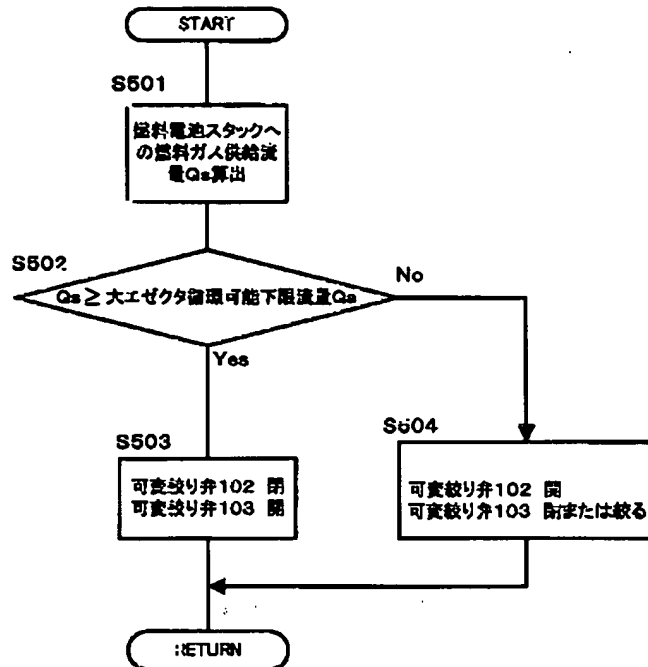
【図7】



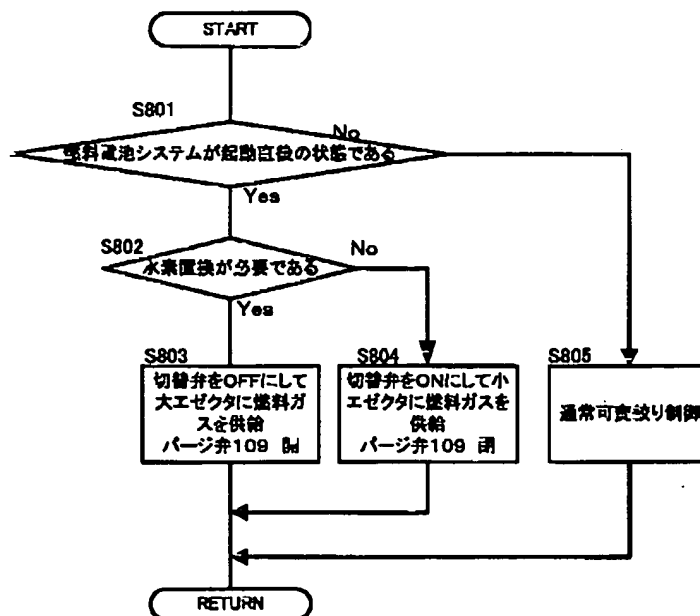
【図4】



【図5】



【図8】



【図9】

